

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

François JOUAN

né le 11 mars 1913 à Riec-sur-Belon (Finistère)

*Étude hygiénique
sur les conserves alimentaires*

Président : M. TANON, Professeur.

JACQUES HAUMONT

48, rue Boissonade

PARIS

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

François JOUAN

né le 11 mars 1913 à Riec-sur-Belon (Finistère).

*Étude hygiénique
sur les conserves alimentaires*

Président : M. TANON, Professeur.

JACQUES HAUMONT

48, rue Boissonade

PARIS

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	MONDOR
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBE.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des ma-	
ladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNEO.
	GOSSET.
Clinique chirurgicale	GREGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	JEANNIN.
	LEVY-SOLAL.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	M. VILLARET.
Clinique de la tuberculose	TROISIER
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique cardiologie	LAUDRY.
Clinique de neuro-chirurgie	Clovis VINCENT
Assistance Médico-sociale	
	HAZARD
	HOVELACQUE.
	MULON.
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	SANNIE
	VERNE.



II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

AMELINE Pathologie chirurgicale.
 BARIETY Pathologie médicale.
 BENARD (Henri) Pathologie médicale.
 BERNARD (E.).. Pathologie médicale.
 BESANÇON (J.).. Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 COSTE Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 FUNCK Pathologie chirurgicale.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART
 D'ALLAINES Pathologie chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 DE GENNES ... Pathologie médicale.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.

MM.

LACOMME Obstétrique.
 LANTUEJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LAVIER Parasitologie.
 LELONG Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 Mlle J. LEVY .. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MENEGAUX ... Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET ... Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET . Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PETIT- Pathologie chirurgicale.
 DUTAILLIS
 PIEDELIEVRE . Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RENARD Ophthalmologie.
 RICHTER Physiologie.
 SENEQUE Pathologie chirurgicale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.

ATGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.
 GUENIOT Obstétrique.
 HEITZ-BOYER . Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS .. Pathologie chirurgicale.
 LE LORIER ... Obstétrique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie
 SCHWARTZ Pathologie chirurgicale.
 VAUDESCAL ... Obstétrique.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS
DE CLINIQUE ANNEXE
à titre permanent

MM.	MM.	
ALAJOUANINE .	BASSET	
AUBERTIN	BROCQ	
BRULE	CADENAT	Clinique chirurgicale.
CHABROL	GATELLIER ...	
DONZELOT Clinique médicale.	MOURE	
DUVOIR	QUENU	
LIAN	VELTER	
PASTEUR-VAL-		
LERY-RADOT		
SEZARY		

MM.	
ECALLE	Clinique obstétricale.
METZGER	

V. — CHARGES DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique.
LEROUX-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans des dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune apurobation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MON FRERE AMET

A MON PERE ET A MA MERE

*Je leur dois tout, faible témoi-
gnage de mon profond amour
filial.*

A MES FRERES ET A MA SŒUR

AUX MIENS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Conseiller technique sanitaire
au Ministère de la Santé Publique
Inspecteur général des Services techniques d'hygiène
de la Préfecture de Police
Officier de la Légion d'honneur

*Nous le remercions du très
grand honneur qu'il nous a fait en
acceptant la présidence de cette
thèse Hommage très respectueux.*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE NANTES

A MESSIEURS LES PROFESSEURS

DE L'ECOLE DE MEDECINE DE NANTES

A MESSIEURS LES DOCTEURS
DROUIN, LEFLAIVE, PAPIN ET PETRIGNANI
Chirurgiens de l'Hôpital Saint-Louis de La Rochelle

A MESSIEURS LES DOCTEURS
TROCME, DUFOUR, BERAUD, DUCUING ET TORLAIS
Médecins de l'Hôpital Saint-Louis de La Rochelle

A MESSIEURS LES DOCTEURS
SAVINA, BOUCHERON, ORVËN, BRIAULT ET MOSSE
mes excellents camarades de l'Hôpital de La Rochelle

INTRODUCTION

Lorsque l'homme, pour être moins à la merci des variations saisonnières, qui rendaient très difficile le problème de l'approvisionnement, réussit, par des moyens rudimentaires, à rendre inaltérables, au moins pour quelque temps, certains des produits qui servaient à son alimentation, il réalisa ainsi un progrès considérable, puisqu'il n'était plus obligé de se procurer au jour le jour des aliments qu'il n'était pas toujours sûr de trouver au moment du besoin.

Les premiers hommes étaient chasseurs et pêcheurs, ce sont donc les viandes et les poissons qui ont constitué les premières conserves. Comme leur outillage était très primitif, les procédés de conservation étaient fort simples. La viande, le poisson, étaient séchés au soleil ; plus tard on exposa la viande et le poisson à la fumée de bois, et ce procédé représentait encore un progrès, car il faisait intervenir en outre de la dessiccation, l'action

antiseptique des produits empyreumatiques provenant de la combustion du bois.

Cependant, les premières conserves alimentaires proprement dites, ne furent préparées qu'au début du XVIII^e siècle. En effet, jusqu'à ce moment, les seules recherches scientifiques sur la conservation de certains aliments, avaient été faites par LAVOISIER, en 1777. C'est ainsi que l'on prépare du sucre pur, inaltérable par les moisissures, contrairement aux mélasses que l'on obtenait jusqu'alors. On savait conserver les céréales et les graisses, mais les rares éléments préparés pour la conservation n'avaient qu'une faible valeur énergétique.

L'alimentation de l'armée, et surtout celle des navigateurs, amenés, grâce à l'extension de la navigation, à faire de longs séjours en mer ou dans des régions dépourvues de flore comestible, constituait un problème d'une importance capitale. Aussi, en 1795, le gouvernement français offrit-il une prime importante à celui qui trouverait le moyen de conserver de façon pratique et durable des légumes et des aliments variés. Ce n'est qu'en 1810, que Nicolas APPERT, cuisinier réputé, publia : « Le livre de tous les ménages ou l'art de conserver pendant plusieurs années les substances animales et végétales », qui lui valut la prime. Il utilisait la chaleur de l'eau à l'ébullition sur des récipients clos contenant les substances à conserver. GAY-LUSSAC fut chargé d'étudier scientifiquement la raison pour laquelle ce traitement rendait les aliments inaltérables pendant long-

temps ; mais l'explication qu'il donna, d'une transformation par le chauffage en vase clos d'une substance instable en une substance stable, n'était pas satisfaisante et ce sont les découvertes de PASTEUR qui ont éclairci ce point.

Le succès des conserves d'APPERT fût tel, qu'en 1820, l'anglais Peter DURAND prenait un brevet pour la fabrication de boîtes en fer blanc à fermeture hermétique, et dès lors la fabrication des conserves de toutes sortes ne cessa de faire des progrès.

Cependant, ces conserves n'étaient pas parfaites, puisque leur emploi exclusif provoquait des accidents dont les plus graves étaient les accidents scorbutiques dont souffraient les marins et les explorateurs et que l'addition au régime de jus de citron ou l'ingestion de fruits et de légumes frais faisaient disparaître.

Nous verrons plus en détail les améliorations apportées à la fabrication des aliments conservés, surtout depuis la découverte des vitamines.

Nous nous proposons de suivre le plan suivant pour l'étude hygiénique des conserves alimentaires :

- 1° Procédés généraux de conservation.
- 2° Les aliments conservés.
- 3° Conserves et vitamines.
- 4° Altérations des conserves.
- 5° Traitements chimiques.
- 6° Règlementation.



CHAPITRE PREMIER

PROCEDES GENERAUX DE CONSERVATION DES ALIMENTS

Nous avons vu quels étaient les procédés de conservation employés primitivement par l'homme, nous allons passer rapidement en revue ceux-ci et ceux qui ont été utilisés par la suite.

La *dessiccation*, d'abord, le plus simple : dessiccation au soleil, puis dessiccation au-dessus d'un feu de bois. Cette opération toujours pratiquée, aussi bien par certaines peuplades primitives sous le nom de boucanage ; que par les hommes civilisés, joint à l'action desséchante de la chaleur les propriétés antiseptiques des produits volatils contenus dans la fumée tels que la créosote et ses dérivés. Mais actuellement, ce procédé n'est employé que pour certaines viandes et certaines espèces de pois-

sons. La dessication simple, s'applique également aux graines : haricots, lentilles, céréales, etc., aux champignons, aux fruits : pruneaux, poires, abricots, etc.

La *salaison* a été employée ensuite, lorsque les hommes eurent remarqué l'action favorable du sel sur la conservation des substances animales. Les pêcheurs pratiquent toujours la salaison, parce qu'elle représente pour eux qui vivent de longs mois loin de toute terre, sur des bateaux qui sont loin de posséder l'outillage nécessaire à d'autres méthodes, le procédé le plus commode. Certaines viandes et notamment la viande de porc sont couramment salées.

Le *sucre* est également doué d'un pouvoir conservateur, et ce sont les insectes, les araignées surtout qui en ont donné la preuve à l'homme.

Le *froid* empêche aussi l'altération des produits alimentaires, mais son action ne peut se prolonger longtemps.

Enfin les *antiseptiques*, alcool, vinaigre, etc., sont à l'heure actuelle très employés.

Mais le procédé le plus utilisé parce qu'il s'applique à un grand nombre de substances, est le procédé de conservation en boîtes métalliques hermétiquement closes dû à APPERT. Pour conserver les substances alimentaires par ce moyen, celles-ci sont placées dans les boîtes appropriées, avec l'assaisonnement qui convient à chacune. après fermeture les boîtes sont soumises à la chaleur dans des conditions bien définies. De nombreux cher-

cheurs, travaillent sans cesse à améliorer les procédés de fabrication et le matériel employé. Nous verrons en effet, que, si la chaleur détruit les micro-organismes et les enzymes, elle peut également avoir une action néfaste sur certains des principes actifs des substances alimentaires, tels que les vitamines ; de plus la fabrication des conserves alimentaires peut présenter des défauts et nous verrons par la suite combien elle doit être surveillée.

APPERT employait comme source de chaleur l'eau bouillante; mais, aujourd'hui, c'est à l'autoclave que l'on soumet les boîtes de conserve, après leur avoir fait subir une série de traitements, que nous allons énumérer rapidement.

Tout d'abord, les légumes et les fruits à conserver sont triés très soigneusement, afin de ne choisir que ceux qui sont parfaitement sains. Ils sont ensuite nettoyés, épluchés, etc. ; on procède alors au *blanchiment*, qui consiste en une *précuisson* rapide à l'eau ou à la vapeur; cette opération n'est pas toujours indispensable.

Les légumes blanchis sont rangés dans des boîtes constituées par des cylindres de fer blanc, fermés à une extrémité, et que l'on ferme après remplissage avec un disque de fer blanc serti à la machine, qui assure une étanchéité parfaite. Les légumes mis en boîte sont additionnés de liquide, qui peut être soit de l'eau, soit une solution saline, soit un sirop, etc. Ceci est indispensable pour que les aliments ne soient pas altérés par la haute

température et que, d'autre part, la chaleur pénètre mieux dans toutes les parties de la substance.

On fait alors subir, pendant cinq à vingt minutes, aux boîtes pas trop remplies, et encore ouvertes, un préchauffage à 70° ou « exhaust », qui a l'avantage de chasser le plus possible l'air contenu dans la préparation. On ferme enfin à chaud, c'est-à-dire lorsque les boîtes sont encore à 70° à 80°.

Les boîtes fermées sont alors mises à l'autoclave pour les stériliser, mais en observant certaines précautions indispensables. La stérilisation est supprimée lorsqu'il s'agit de confitures, de marmelades, renfermant beaucoup de sucre, et lorsque le liquide contient une quantité d'alcool ou de vinaigre suffisante pour assurer la conservation du produit.

Après la stérilisation, les boîtes sont refroidies dans l'eau.

Les boîtes, après la fermeture, présentent une légère concavité des fonds, due au fait que l'« exhaust » a permis un vide partiel; mais, après la stérilisation, les fonds sont convexes par suite de la surpression des gaz. Si cette déformation ne disparaît pas au cours du refroidissement, les boîtes sont défectueuses et doivent être rejetées; si, par contre, certaines boîtes ne présentent pas cette déformation au sortir de la stérilisation, elles sont également à rejeter, car elles présentent des fuites.

Nous avons parlé de précautions à prendre au cours de la stérilisation; en effet, il faut détruire tous les

micro-organismes, afin que la substance alimentaire, mise à l'abri des contaminations extérieures, ne puisse subir aucune altération. Nous verrons plus loin quels sont les germes à détruire et leur résistance aux différentes températures; mais il faut insister sur la façon progressive dont il faut élever la température de l'autoclave, afin que le centre de la boîte soit porté, presque en même temps que la périphérie, à la température maximum et y reste le temps voulu. CHEFTEL, qui a étudié très soigneusement la vitesse de pénétration de la chaleur, a remarqué notamment que des boîtes de températures différentes, mises à l'autoclave en même temps, atteindront bien à peu près au même moment la température maxima; ce qui prouve que la boîte la moins chaude se réchauffe plus vite que l'autre; mais elle reste toujours à une température inférieure de quelques degrés à celle de l'autre, et par conséquent reste moins longtemps à la température voulue pour la stérilisation. Il faut également opérer le refroidissement dans des conditions particulières; il doit être rapide et on tend de plus en plus à refroidir les boîtes dans l'autoclave, même par de l'eau froide et de l'air comprimé.

Après la stérilisation, on prélève des échantillons, qui sont examinés au point de vue étanchéité et stérilisation.

La technique que nous allons résumer brièvement est celle que pratique CHEFTEL. Il prélève des échantillons le matin et le soir; un lot de boîtes est mis à l'étuve à 55° pour les germes thermostables; un autre lot à l'étuve à

37° pour vérifier la « stérilité commerciale ». Des prélèvements sont faits aseptiquement après plusieurs jours etensemencés sur des milieux nutritifs.

CHAPITRE II

LES ALIMENTS CONSERVÉS

Nous avons vu que l'homme primitif n'avait su tout d'abord conserver que la viande et le poisson. Mais, actuellement, on peut dire que toutes les substances alimentaires, ou à peu près toutes, peuvent être conservées. Nous allons rapidement passer en revue les plus courantes.

L'une des substances alimentaires de conserve la plus employée est, sans conteste, le lait, sous forme de lait en poudre, condensé ou concentré. Il est utilisé, non seulement par les marins, les explorateurs, les coloniaux, mais encore on tend de plus en plus à en faire la base de l'alimentation des nourrissons. La fabrication du lait condensé peut se résumer brièvement : le lait frais est chauffé à 94°, additionné de 12 à 13 kilogrammes de

sucres raffinés en poudre par hectolitre. Cette addition empêche le goût de « cuit ». Il est aspiré encore chaud dans un appareil à concentration, où il entre en ébullition; on maintient cette ébullition en faisant arriver de temps en temps de la vapeur d'eau, qui empêche le lait de prendre au fond. Lorsqu'il a acquis la consistance voulue, il est mis en boîte et stérilisé à 120°. Le lait concentré non sucré est plus liquide, mais aussi plus difficile à cuire que le lait concentré; par dilution, il a la même composition chimique que le lait frais. Enfin, le lait en poudre est obtenu par dessiccation complète du lait frais, sucré ou non.

La viande est conservée, soit séchée, soit fumée, soit salée; mais, dans ces trois cas, elle n'est pas en boîte. Assaisonnée sous diverses formes culinaires, elle est mise en boîte et stérilisée; elle est très employée, et notamment dans l'armée, la marine, etc.

Le poisson peut être également séché, salé, fumé. Mais c'est surtout sous forme de conserves en boîtes qu'il est le plus utilisé. De nombreuses usines, particulièrement dans les régions côtières, et dont les habitants sont surtout des pêcheurs, comme la Bretagne par exemple, préparent des conserves de poissons d'espèces très différentes, mais particulièrement la sardine, le thon, le maquereau, avec des assaisonnements variés, mais pour la plupart à base d'huile d'olive, qui ajoute encore à leur valeur alimentaire.

Les crustacés sont également conservés en boîtes.

Les légumes de toutes sortes sont conservés de telle façon que leur saveur et leurs propriétés nutritives et vitaminiques sont aussi intactes que possible. Ils sont préparés en sauce ou simplement cuits à l'eau salée.

Les fruits constituent une grande partie des produits alimentaires conservés. Ils sont préparés : soit entiers, dans un sirop plus ou moins concentré en saccharose; soit sous forme de confitures, de marmelades (préparations qui modifient sensiblement leur saveur); soit sous forme de fruits confits; et, enfin, sous forme de jus de fruits, qui jouent un rôle important dans l'alimentation, non seulement au point de vue de leur saveur, mais aussi à cause de leur richesse en vitamines. Les jus de citron, tomate, orange, ananas, etc. constituent une excellente source de vitamines depuis que, dans leur préparation, comme dans celle de toutes les conserves d'ailleurs, on tient compte de la plus ou moins grande résistance de celles-ci.

Les graines — céréales, haricots, lentilles, pois, etc. — peu riches en eau, se conservent facilement par simple dessiccation.

Les autres produits alimentaires susceptibles d'être conservés sont trop nombreux pour que nous puissions les énumérer tous. Aussi, nous contenterons-nous de ce court aperçu des principaux pour nous étendre plus longuement sur notre sujet proprement dit.

CHAPITRE III

CONSERVES ET VITAMINES

Nous avons vu combien les conserves alimentaires jouent un rôle important dans la nourriture de l'homme. Malheureusement, si ces conserves présentent des qualités nutritives tout à fait satisfaisantes, pendant très longtemps il fut impossible de les employer exclusivement pour l'alimentation sans voir apparaître des accidents variés, en particulier le scorbut, qui fut le plus couramment observé chez les hommes privés de légumes et de fruits frais. En effet, si les substances alimentaires conservées présentent l'avantage d'une inaltérabilité complète, et renferment en quantité suffisante les produits minéraux, protodiques et lipidiques nécessaires au bon développement de l'organisme, elles paraissaient ne pas contenir une certaine substance indispensable pour éviter le scorbut. On savait depuis longtemps que le jus

de citron faisait disparaître les accidents scorbutiques, mais on attribuait cette propriété à l'acidité du citron. Les végétaux frais agissaient également dans le même sens, et c'est en 1670, environ, que VENETTE signala le premier cas de scorbut guéri par l'absorption de légumes frais. Plus tard, à Java, en 1890, le Hollandais EUEMANN constata que des pigeons, nourris exclusivement de riz poli, présentaient des accidents névritiques analogues à ceux du béri-béri, maladie dont souffraient les peuplades utilisant exclusivement le riz poli pour leur nourriture, et que l'on était loin d'attribuer à la nourriture. On s'aperçut plus tard que les mêmes accidents de polyné-vrite pouvaient être provoqués également par des aliments traités à l'autoclave, comme les conserves alimentaires.

En 1907, HÖLST et FRÖLICH firent des expériences sur le cobaye, très sensible au scorbut. FUNK isola en 1912, des polissures de riz, la substance active dans le traitement du béri-béri et l'appela vitamine. Par comparaison avec le béri-béri, il pensa que le scorbut était également une avitaminose. Cette hypothèse se trouva confirmée par l'isolement par SZENT-GYORGYI, en 1922, de l'acide scorbutique ou vitamine C. Par ailleurs, HOPKINS, Mc COL-LUM et DAVIS, d'une part, et OSBORNE et MENDEL, d'autre part, découvrirent, dans la période de 1907 à 1912, le facteur de croissance liposoluble ou vitamine A.

Lorsqu'on eut reconnu que l'absence de telles substances causait dans l'organisme des troubles graves,

il devint nécessaire de les étudier dans les conserves alimentaires et d'améliorer la fabrication de celle-ci, afin de détruire le moins possible ces précieuses vitamines.

Nous allons passer rapidement en revue les vitamines actuellement connues et leur résistance à la chaleur dans les conditions où sont placés les aliments en vue de leur conservation.

On distingue les vitamines liposolubles et les vitamines hydrosolubles.

Les vitamines *liposolubles* bien connues sont A, D et E.

La *vitamine A* ou vitamine de croissance, antixérophtalmique, résiste bien à la chaleur, à condition d'être à l'abri de l'oxygène.

La *vitamine D*, antirachitique, résiste bien à la chaleur, même en présence d'oxygène.

La *vitamine E*, facteur de reproduction, présente surtout dans les huiles végétales, et particulièrement dans l'huile de germe de blé, est très résistante aussi bien à la chaleur qu'à l'oxydation.

Parmi les vitamines *hydrosolubles*, se trouvent :

La *vitamine B 1*, facteur antinévrétique, résiste bien à la chaleur, en milieu acide.

La *vitamine B 2*, facteur de croissance et d'utilisation des glucides, qui résiste bien à la chaleur et à l'oxydation.

La *vitamine C*, facteur antiscorbutique, résistant bien à la chaleur, mais en l'absence d'oxygène, et en milieu acide.

Etant donné le caractère indispensable de ces vitamines, les différents chercheurs ont étudié les conserves au point de vue de leur teneur en vitamines et beaucoup d'entre eux sont venus résumer leurs travaux au premier Congrès International de la Conserve, qui s'est tenu à Paris en 1937.

Auparavant, KOHMANN avait établi que les vitamines D, E et B 2 sont parfaitement résistantes à la stérilisation dans les conditions observées pour la fabrication des conserves alimentaires, mais que les vitamines A, B 1 et C étaient très sensibles à l'oxydation; d'où la nécessité de chasser le plus possible l'air contenu dans les boîtes de conserves.

SCHEUNERT, plus récemment, en 1931, a indiqué que le blanchiment prolongé appauvrit les aliments conservés en vitamine B, et surtout que l'emploi des sels de cuivre pour reverdir certains légumes amène une destruction complète de la vitamine C.

Par contre, la chaleur ne modifie en rien la valeur nutritive des matières protidiques, telles que le blanc d'œuf ou la caséine, même après un séjour prolongé à l'autoclave, six heures par exemple à 135°, ainsi que l'a fait HOGAN.

Au cours du Congrès de 1937, dont nous avons parlé précédemment, de nombreux chercheurs du monde entier ont rapporté leurs expériences sur des animaux soumis à un régime constitué entièrement par des conserves.

CHEFTEL rapporte une expérience réalisée sur des cobayes nourris aux conserves et comparables à des cobayes nourris à un régime normal ou au régime RANDOIN, complété par du jus d'orange. Les animaux étaient examinés par la méthode au nitrate d'argent de GIROUD et ses collaborateurs, pour mettre en évidence l'acide ascorbique dans les organes où il est localisé. Avec les mêmes collaborateurs, CHEFTEL a dosé l'acide ascorbique dans les organes par la méthode de TILLMANS, modifiée par HARRIS et RAY, et dit : « L'ensemble des résultats de ces expériences montre que les légumes en conserve, de même que les légumes cuits, renferment des quantités très appréciables de vitamine C; et que ces aliments peuvent assurer, dans des conditions satisfaisantes, la survie d'un animal comme le cobaye, pourtant très sensible au scorbut. » Il ajoute que la courbe de poids des animaux nourris au régime des légumes en conserve ou cuits était supérieure à celle des animaux mangeant des légumes crus. De plus, il rapporte une expérience de LECOQ, qui donnait à des cobayes carencés en vitamine C des pois crus ou des pois de conserve comme seule source de vitamine C, et qui a constaté que, si les pois de conserve sont moins riches en acide ascorbique que les pois crus, ils en contiennent suffisamment pour permettre la survie du cobaye.

KOHMANN étudie la valeur nutritive des produits alimentaires conservés et signale que la présence d'une quantité, même faible, d'oxygène dans les boîtes de con-

serve entraîne des accidents, tels que le bombage, les taches de rouille, etc., mais encore des pertes importantes en vitamines. Il signale surtout que les légumes de conserve sont beaucoup plus riches en vitamines que les légumes de même espèce ayant subi la cuisson ménagère en présence de l'air.

Enfin, notons que les poissons, étant très riches en vitamines A et D, constituent une source importante de ces facteurs; mais que, pour la vitamine A, il est ici encore indispensable d'être le plus possible à l'abri de l'oxygène.

On peut résumer tous ces travaux, qu'il serait trop long de citer en entier, en indiquant que toutes les vitamines peuvent être présentes dans les conserves alimentaires, à la condition qu'on prenne la précaution dont nous avons parlé plusieurs fois déjà, et qui consiste à chasser l'air contenu dans la substance mise en conserve. et pour cela de pratiquer le préchauffage et la fermeture à chaud. Les conserves ainsi préparées peuvent servir à constituer un régime suffisamment riche en vitamines pour éviter le scorbut, ainsi que l'a montré la mission française de l'année polaire 1932-1933, dont les membres, soumis à un régime équilibré, uniquement composé de conserves, surtout conserves de légumes et de fruits, et qui, pendant les treize mois pendant lesquels ils absorbèrent ce régime, n'eurent jamais besoin de recourir aux

citrons ni aux conserves de tomates, emportées en prévision du scorbut.

De plus, pour les hommes vivant dans des conditions normales, les conserves permettent de varier l'alimentation et de mieux équilibrer le régime.

CHAPITRE IV

ALTÉRATIONS DES CONSERVES

Malgré les soins apportés à la fabrication des conserves alimentaires, il arrive que celles-ci présentent des altérations plus ou moins importantes et plus ou moins nocives, mais qui méritent d'être étudiées.

Nous avons vu que, lors de la stérilisation des boîtes de conserves, il était important de rejeter celles qui ne présentaient pas après la stérilisation la convexité des fonds, indice de fermeture hermétique, car la moindre fuite peut permettre la pénétration de germes microbiens. Les boîtes correctes présentent donc cette déformation, qui disparaît par refroidissement. Cependant, malgré cette première sélection, il arrive que, plus tard, les fonds reprennent cette convexité, qui est alors anormale; on dit que les boîtes « bombent ».

Ce « bombage » a été très soigneusement étudié, et CHEFTEL, notamment, a indiqué les causes suivantes, qui peuvent être à la base de ce défaut :

1° Le « *bombage* » *biologique*, dû à l'action de micro-organismes, qui produisent des gaz.

2° Le « *bombage* » *chimique*, dû à des réactions chimiques entre le métal de la boîte et le contenu de celle-ci.

3° Le « *bombage* » dû au dégagement des gaz contenus dans le produit.

4° Le « *bombage* » dû à une surpression provoquée par une dilatation des fibres.

5° Le « *bombage* » dû à une surpression provenant de la congélation du produit.

Nous allons étudier chacun d'eux.

Le bombage biologique résulte : soit d'une stérilisation insuffisante, soit de fuites qui ont permis la contamination.

La stérilisation a pour but de détruire les micro-organismes pathogènes et autres; ceux qui, sans être dangereux, pourraient altérer le produit sont tués ou ne peuvent se développer sans air en milieu acide ou en présence de sucre, d'alcool, de vinaigre ou de produits antiseptiques. Mais le produit alimentaire peut contenir des spores très résistantes, qui se développent par la suite.

ESTY et MEYER ont étudié la résistance de certaines spores. Les plus résistantes sont celles du *B. sporogènes*, du *B. tétani*, du *B. botulinus* et du *B. subtilis*.

Ces auteurs ont étudié particulièrement les spores du *B. botulinus* au point de vue de leur résistance en fonction de la température et du temps de chauffe.

A 120° résistent	4 minutes
A 115° —	10 —
A 110° —	32 —
A 105° —	100 —
A 100° —	330 —

On voit donc la nécessité de porter toute la masse à la plus haute température et pendant le temps nécessaire.

De plus, le nombre de ces spores influe sur leur résistance à la chaleur. Par exemple, pour une certaine souche :

Pour 40.000 spores par cc., il faut 12 minutes à 120°

3.800	—	10	—
440	—	9	—
130	—	7	—

Pour une autre souche :

Pour 130.000 spores par cc., il faut 18 minutes à 120°

13.000	—	17	—
1.300	—	15	—
130	—	11	—

Pour la première souche :

Pour 45.000 spores par cc., il faut 65 minutes à 115°

4.300	—	35	—
400	—	28	—
40	—	22	—

Etant donné ces observations, il était important de

savoir dans quelles conditions les produits alimentaires sont contaminés. CAMERON, WILLIAMS et THOMSON ont constaté que les spores des germes thermophiles sont rares dans le sol et sur les produits frais et qu'il y en a davantage dans l'engrais.

Le lieu de contamination le plus important semble être l'usine elle-même où les germes trouvent un terrain favorable à leur pullulation. On a constaté que le nombre de germes est infiniment plus grand le matin, après le repos de la nuit, et après chaque période d'arrêt dans le travail. Les germes se développent dans les jus nutritifs; les récipients en bois, les appareils de blanchiment se contaminent facilement, et le sucre représente un des plus importants véhicules de germe, au point que certains sucres sont inutilisables.

Il est donc important, tout d'abord, de diminuer dans la mesure du possible la contamination, en faisant après chaque arrêt un nettoyage scrupuleux, en faisant marcher les appareils une fois à vide avant de reprendre le travail, en laissant attendre le moins possible les produits, en maintenant les jus à une température supérieure à 70°, en utilisant des récipients de bois doublés de feuilles de zinc.

BIGELOW et ESTY ont montré également que le *pH* a une importance très grande sur la vitesse de stérilisation. Plus le *pH* est bas, c'est-à-dire plus le produit est acide, plus la stérilisation est facile. En effet, les bactéries résistent mieux à un *pH* relativement plus élevé : 6,5 à 5.

Le *pH* varie avec le chauffage. Un *pH* acide devient moins acide et inversement. Il faut donc considérer le *pH* du produit chauffé.

Nous avons vu également que pour arriver à obtenir au centre de la boîte la température voulue, il fallait tenir compte de la température initiale de la boîte et de la progression de l'élévation de pression dans l'autoclave bien purgée d'air. Il est nécessaire que la descente de pression soit lente, mais le refroidissement brusque.

Pour la contamination par suite de fuites, celles-ci ont pu passer inaperçues lors de la stérilisation à cause de leur petitesse, et aussi parce qu'elles ont été bouchées par la suite, mais après avoir été contaminées au cours du refroidissement. On recherche ces fuites sur des boîtes avariées, afin d'en connaître la cause : serti défectueux par exemple, avec diverses méthodes sur lesquelles nous ne pouvons insister ici.

Le bombage physico-chimique est dû à des réactions chimiques : par exemple, l'acide des fruits dégage au contact du fer de la boîte de l'hydrogène. Il peut y avoir certains phénomènes électrolytiques : dégagement d'oxygène, des gaz dissous, sous l'influence de la température ou de certains sels, comme le sulfate de cuivre.

D'autres altérations des conserves peuvent être dues à des causes diverses. Les boîtes, par exemple, sont constituées par une feuille d'acier plongée dans un bain d'étain, qui constitue un couple galvanique étain-fer. Il peut y avoir altération de la saveur. Les conserves de

poisson, de foie gras, etc., récemment préparées, peuvent avoir un « goût de boîte », qui disparaît après quelque temps, et l'on a même constaté que les produits conservés en boîte sont meilleurs que ceux que l'on conserve en bocaux de verre.

Pour le lait, il est nécessaire d'employer des récipients émaillés ou en aluminium, car le fer, qui facilite l'oxydation, provoque le rancissement.

La présence d'air entraîne la formation de taches de rouille à l'intérieur du couvercle, qui donne un aspect peu appétissant à l'aliment.

Les sels d'étain provoquent une altération de la couleur, en particulier de celle des fruits à pigments anthocyaniques, qui virent au mauve. Aussi décolore-t-on les fruits et les recolore-t-on artificiellement. On peut également utiliser des boîtes vernies intérieurement. Les sels d'étain peuvent aussi entraîner la précipitation de certaines protéides en milieu peu acide, donnant au bouillon, par exemple, un aspect laiteux.

Le soufre, provenant des produits tels que la cystéine, le glutathion, les thio-alcools, est parfois libéré sous forme d'hydrogène sulfuré, qui provoque le noircissement.

De plus, dans la muqueuse gastrique de certains animaux, il peut y avoir un excès de fer, qui noircit également.

La gélatine, l'étain ralentissent l'action corrosive des produits contenus dans la boîte sur le fer de celle-ci. Les

substances fixant l'étain entraînent la corrosion rapide, de même que la présence d'un excès d'oxygène. La présence de soufre dans les fruits très acides et son absence dans les fruits peu acides favorisent la corrosion du fer.



CHAPITRE V

TRAITEMENTS CHIMIQUES

Certaines conserves alimentaires subissent un traitement chimique, d'ailleurs très sévèrement réglementé, ainsi que nous le verrons plus loin.

Les substances chimiques utilisées ont toutes des propriétés antiseptiques. Nous nous contenterons de les passer en revue.

Le sel ordinaire peut être utilisé dans n'importe quelle denrée alimentaire.

Le sel ordinaire, additionné de 10 % de nitrate de potasse ou de bicarbonate de soude, à dose quelconque, est employé pour les viandes et les préparations de viandes.

L'acide sulfureux gazeux, ou à l'état de bisulfites alcalins, est utilisé :

Soit pour les boissons : pour les vins (pas plus de 450 gr. par litre, soit pas plus de 0,100 gr. à l'état libre), pour la bière (pas plus de 0,200 gr. par litre à l'état libre). pour le cidre (pas plus de 0,200 gr. par litre à l'état libre).

Soit pour les fruits destinés à être confits ou conservés en compote (pour produire une décoloration rendant possible ensuite une recoloration artificielle). Il ne doit rester aucune trace d'acide sulfureux.

Soit pour les champignons destinés à être conservés (blanchiment); ils ne doivent conserver aucune trace de gaz sulfureux.

Soit pour les fruits secs (abricots, pommes, etc.) et les poissons séchés, dans le but d'empêcher le développement de moisissures en surface. Ils ne doivent pas retenir plus de 0,200 gr.

L'acide sulfureux est donc le plus couramment utilisé. Il est employé dans la fabrication des boissons pour tuer les levures naturelles contenues dans les moûts et pouvoir utiliser des levures sélectionnées. Dans les conserves alimentaires proprement dites, il sert surtout, ainsi que nous l'avons vu, à la décoloration des fruits, auxquels on redonne ensuite un aspect agréable et appétissant. On emploie couramment les sels de cuivre pour recolorer certains légumes verts, petits pois, haricots verts, etc.

On employait autrefois, dans un but antiseptique, les fluorures, les fluosilicates et les fluoborates, à cause de la petite quantité nécessaire pour assurer une bonne conservation, mais leur toxicité a fait interdire ces produits,

ainsi que les chromates alcalins et les borates. L'acide salicylique est très peu toxique, ou même pas du tout aux doses employées, mais on l'a interdit, car il pourrait servir à masquer l'altération des conserves.

L'acide benzoïque et le formol ne sont pas autorisés non plus. Ce dernier, à la concentration de 1 pour 20.000, empêche la coagulation du lait pendant 24 heures.

CHAPITRE VI

RÉGLEMENTATION

Nous venons de voir que si les conserves alimentaires possèdent actuellement des qualités remarquables au point de vue de leur valeur nutritive et de leur teneur en vitamines, elles peuvent, si elles sont préparées de façon insuffisamment scrupuleuse, présenter des défauts graves qui en font un véritable danger pour la santé humaine. Il est donc indispensable de surveiller d'une façon très stricte leur fabrication.

A cet effet, un contrôle a été organisé et des dispositions législatives ont été prises dans tous les pays. Nous allons étudier rapidement la réglementation des conserves en France.

Le 1^{er} août 1905, une loi a été promulguée, punissant de peines correctionnelles quiconque mettrait en vente des substances alimentaires capables de faire courir un

danger à la santé du consommateur. Après expertise, établissant si les aliments incriminés sont dangereux ou non, les tribunaux se prononcent.

L'administration dispose de laboratoires, et notamment du Laboratoire national des services vétérinaires à Alfort, qui déterminent si les produits incriminés sont propres à la consommation ou non.

La loi du 1^{er} août 1905, complétée et modifiée par celle du 5 août 1908, donne des pouvoirs très étendus à l'administration pour définir les boissons et denrées alimentaires et réglementer les traitements licites dont ils pourront être l'objet, en vue de leur fabrication ou de leur conservation.

Pour les conserves elles-mêmes, le décret du 15 avril 1912 donne des dispositions d'ensemble. Tout d'abord il est interdit d'employer pour la fabrication des produits alimentaires des substances chimiques, dont l'emploi n'a pas été auparavant reconnu inoffensif. Il est interdit de vendre des produits alimentaires additionnés de colorants ou d'antiseptiques autres que ceux qui ont été déclarés licites.

Un arrêté ministériel du 28 juin 1912 donne la liste des antiseptiques autorisés à titre exceptionnel. Ce sont ceux dont nous avons parlé au chapitre précédent, en donnant les quantités autorisées.

Cet arrêté interdit également d'employer de l'étain insuffisamment purifié pour les enveloppes, boîtes, etc. et interdit aussi l'emploi d'autres métaux que ceux qui

ont été déclarés licites, et l'emploi de récipients revêtus intérieurement d'un émail à base de plomb insuffisamment vitrifié.

Un décret du 15 septembre 1932 réglemente la dénomination des conserves de tomate, d'après la concentration.

Le décret du 19 décembre 1910, modifié par celui du 16 septembre 1925, réglemente la fabrication et la vente des confitures, gelées, marmelades et quelques autres produits.

Depuis le décret du 31 juillet 1906 s'exerce sur tout le territoire français un contrôle qui, jusque là, dépendait des communes et des départements. Ce décret, incomplet, a été abrogé et remplacé par celui du 22 janvier 1919.

Ce décret indique quelles sont les personnalités qualifiées pour exercer le contrôle et prélever les échantillons. Parmi ceux-ci, on peut signaler : le commissaire de police, les agents de douane, les vétérinaires départementaux, etc.

En octobre 1907, un nouveau décret autorisa la création d'un service d'inspection de la répression des fraudes. Celui-ci comprend 65 inspecteurs, nommés par le ministre de l'Agriculture.

Lorsqu'une fraude est constatée ou soupçonnée, un procès-verbal est dressé, et des échantillons prélevés; le tout est envoyé sous scellés au procureur de la République. Les échantillons sont soumis, sans indication de

nom, au laboratoire compétent, qui donne le résultat de son analyse. Si les produits examinés sont sains et exempts de fraude, le prix des échantillons prélevés est remboursé à l'intéressé. Dans le cas contraire, l'intéressé peut réclamer une expertise contradictoire. En cas de désaccord entre les experts, ceux-ci choisissent un troisième expert comme arbitre. Ce n'est que lorsque la fraude est reconnue qu'il y a jugement.

CONCLUSIONS

1° La consommation des aliments conservés prend aujourd'hui une extension de plus en plus grande. D'aliments d'exception, les conserves sont devenues des produits d'alimentation courante. Il est donc naturel que l'attention des hygiénistes fut attirée sur les valeurs alimentaires et sur l'inocuité des conserves. Les pouvoirs publics soumettent d'ailleurs les conserves au même contrôle que les autres produits alimentaires, avec certaines dispositions spéciales en plus.

2° Cependant, aucune mesure sanitaire ne garantit la valeur vitaminique des conserves. Si celle-ci peut être considérée aujourd'hui comme satisfaisante, c'est grâce aux efforts de toute une série de chercheurs, dont les travaux ont permis de réaliser des conditions de stérilisation qui ne détruisent pas les vitamines. En effet, si presque toutes les vitamines sont sensibles à la chaleur, elles le supportent bien en l'absence d'oxygène.

3° En choisissant donc des procédés de conservation dans lesquels le chauffage se fait à l'abri de l'air, les vitamines se trouvent mieux protégées que par les procédés culinaires ordinaires de cuisson. Une expérimentation très poussée sur des animaux sensibles aux diverses carences a démontré ce fait. Il en est ainsi de certaines missions polaires, uniquement nourries de conserves, et qui constituent de véritables expériences d'hygiène alimentaire.

4° Les altérations des conserves et leurs causes sont aujourd'hui bien étudiées. Elles peuvent être dues à une cause microbienne, inhérentes surtout à la très grande résistance de certaines spores (celle du bacille du botulisme), à la chaleur et à des causes phyco-chimiques (réactions entre le métal de la boîte et le contenu).

5° L'addition de produits chimiques (antiseptiques, décolorants, colorants, etc.) aux conserves est très strictement réglementée aujourd'hui et ne peut plus constituer une source d'intoxication.

Vu : le Président de la thèse,

L. TANON

Vu : le Doyen.

Tiffeneau.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

G. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGELOW W.-D. et J.-R. ESTY. — *J. Inf. Dis.*, 1929, 27, n° 6, p. 601.
- BOHART G.-S., E.-F. CORNELL et P.-C. WILBUR. — National Canners Association. Chicago, 1929.
- CAMERON E.-J., C.-C. WILLIAMS et R.-J. THOMPSON. — National Canners Association, 1928. Bull. n° 25, L.
- CHEFTEL H. — Stérilisation des conserves par la chaleur. 1931. Bull. J.-J. Carnaud et Forges de Basse-Indre. Paris.
- CHEFTEL H. — Les « boîtes bombées » dans l'industrie des conserves alimentaires. 1931.
- CHEFTEL H. — La corrosion du fer-blanc et l'industrie des conserves alimentaires. 1935.
- ESTY J.-R. et MEYER K.-F. — *J. Inf. Dis.*, 1922, 31, n° 6, p. 650.
- HERRING P. et E. HERRING. — *Konserven Industrie*. 1931, n° 13, p. 199; n° 14, p. 214.
- HOGAN A.-G. — *J. Biol. Chem.*, 1917, n° 30, p. 115.
- KOHMANN E.-F. et N.-H. SANBORN. — *Ind. Eng. Chem.*, 1924, 16, n° 7, p. 290.
- KOHMANN E.-F. — Vitamins in canned foods. National Canners Association, 1927. Bull. n° 19, L.
- MACHEBŒUF M.-A., H. CHEFTEL et M^{lle} M.-L. THUILLOT. — La valeur alimentaire des conserves. 1930. Bull. J.-J. Carnaud et Forges de Basse-Indre.
- SCHEUNERT A. — *Dtsch. med. Wochenschr.*, 1931, 885.

